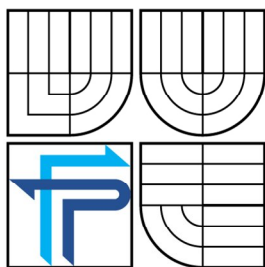


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

PROJEKT ROZŠÍŘENÍ PŮSOBNOSTI POSKYTOVATELE INTERNETOVÝCH SLUŽEB

INTERNET SERVICE PROVIDER'S ACTIVITIES EXPANSION PROJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ NEDBAL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Tomáš Nedbal
Bytem: Husova 922/15, Bruntál 792 01
Narozen/a (datum a místo): 28. 02. 1984, Bruntál

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta podnikatelská
se sídlem Kolejní 2906/4, 612 00, Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☐ diplomová práce
- ☒ bakalářská práce
- ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

.....

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Projekt rozšíření působnosti poskytovatele internetových služeb

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Ústav: Ústav informatiky

Datum obhajoby VŠKP: červen 2007

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v *:

- | | | | |
|----------------------|---|-----------------|-------------|
| ■ tištěné formě | – | počet exemplářů |1..... |
| ■ elektronické formě | – | počet exemplářů |1..... |

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☒ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt

Tato práce se zabývá možnostmi rozšíření pole působnosti poskytovatele internetových služeb. Bude vybrána vhodná lokalita, zvolena technologie, sestavena cenová nabídka služeb a navrhnut konkrétní hardware pro celou síť včetně odhadu nákladů.

Klíčová slova

Poskytovatel internetových služeb

MX-NET

Světlá Hora

Širokopásmové sítě

Abstract

This bachelor's thesis is engaged in possibilities of internet service provider's expansion. The best destination is going to be chosen, optimal technology selected, service price quotation assembled and the whole network specific hardware suggested, including the estimate of the costs.

Keywords

Internet service provider

MX-NET

Světlá Hora

Broadband networks

Bibliografická citace

NEDBAL, T. Projekt rozšíření působnosti poskytovatele internetových služeb.
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2007. 53 s. Vedoucí
bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně za použití uvedených zdrojů, svých poznatků a konzultací s vedoucím práce.

V Brně, dne 30. května 2007

Tomáš Nedbal

Poděkování

Děkuji panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za odborné rady, vedení a trpělivost při mém vypracování této bakalářské práce.

Obsah

1	ÚVOD.....	- 10 -
2	CÍL PRÁCE.....	- 11 -
3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	- 12 -
3.1	VÝVOJ SPOLEČNOSTI.....	- 12 -
3.2	PŮSOBENÍ KONKURENCE NA TRHU	- 13 -
3.3	POŽADAVKY PRO EXPANZI	- 16 -
3.4	POUŽÍVANÝ HARDWARE	- 17 -
3.4.1	<i>Bezdrátové spoje v pásmu 2,4GHz</i>	- 18 -
3.4.2	<i>Bezdrátové spoje v pásmu 5GHz</i>	- 19 -
3.4.3	<i>Ostatní hardware a kabely.....</i>	- 22 -
3.5	POUŽÍVANÝ SOFTWARE.....	- 24 -
4	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	- 26 -
4.1	BEZDRÁTOVÝ PŘENOS	- 26 -
4.1.1	<i>Licencovaná pásma.....</i>	- 27 -
4.1.2	<i>Nelicencovaná pásma</i>	- 27 -
4.2	KABELOVÉ OKRUHY	- 29 -
4.3	LASEROVÁ POJÍTKA	- 29 -
5	NÁVRH ŘEŠENÍ.....	- 30 -
5.1	VÝBĚR VHODNÉ OBLASTI.....	- 30 -
5.1.1	<i>Vytipování vhodných lokalit.....</i>	- 31 -
5.1.2	<i>Popis lokalit</i>	- 32 -
5.1.3	<i>Zhodnocení kandidátů.....</i>	- 37 -
5.1.4	<i>Návrh nejvhodnější lokality</i>	- 39 -
5.2	NÁVRH CENOVÉ NABÍDKY	- 40 -
5.3	PŘÍVEDENÍ KONEKTIVITY	- 41 -
5.3.1	<i>Spoj 1: Bruntál – Anenský vrch</i>	- 41 -
5.3.2	<i>Spoj 2: Anenský vrch – hlavní uzel v obci</i>	- 43 -
5.4	ROZVOD KONEKTIVITY	- 43 -
5.4.1	<i>SH378.....</i>	- 44 -
5.4.2	<i>Spoje z Access pointu SH378.....</i>	- 44 -
5.4.3	<i>Klientské strany na 5GHz: SH347 a SH364</i>	- 45 -
5.4.4	<i>Klientská strana na 2,4GHz: SH307.....</i>	- 45 -
5.4.5	<i>Kabelové propojení na sídlištích</i>	- 46 -
5.5	SHRUTÍ	- 48 -
5.5.1	<i>Rekapitulace a vyčíslení nákladů.....</i>	- 48 -
5.5.2	<i>Návratnost investice.....</i>	- 50 -
5.5.3	<i>Možné komplikace.....</i>	- 51 -
6	ZÁVĚR	- 52 -
7	POUŽITÉ ZDROJE	- 53 -

1 Úvod

Internet se v posledních pěti letech stal médiem, na němž začíná být osobně i profesně závislá čím dál tím větší skupina lidí. Je to především díky jeho neuvěřitelně rychle rostoucím možnostem. Během sedmnácti let pokročil od výměny akademických článků (tehdy ještě zcela prostých grafických úprav) a prvních hypertextových odkazů, přes e-maily, první obrázky a BBS systémy až po multimediální komerční prezentace, videokonference, hraní online her, internet banking a živě streamované vysílání rádií i televizí. Pole působnosti se rozšířilo z akademické půdy přes obchodní využití až po ryze soukromé účely. Proto vyžaduje stále vyšší procento lidí připojení k internetu i doma. Tím se otevřel trh pro nové podnikání – poskytování internetových služeb a s ním spojený vývoj, výroba a prodej vhodného zařízení. Rostoucí konkurence tlačí měsíční ceny dolů (nejnižší tarify se pohybují někdy již na 100Kč měsíčně a klientské zařízení se dá koupit za cenu i pod 1000Kč) a standard služeb nahoru. Není tak větší problém si dnes soukromě pořídit konektivitu o takové rychlosti, jaká ještě před deseti lety sloužila jako mezinárodní přípojka pro celé Česko.

Bohužel, tak jako všude jinde se i u této služby projevuje nejednotná ekonomická síla obyvatelstva. A tak zatímco ve velkých městech seženete časově i přenesenými daty neomezené připojení s rychlostí několik Mbit/s za pár stovek, v pohraničí je tato situace daleko žalostnější. Když se k tomu přidá ještě hornatý terén, znemožňující uložení vysokorychlostního vedení do země i vybudování bezdrátových spojů, můžete se ještě i dnes dostat do situace, že jedinou možností datového spojení se světem bude neuvěřitelně pomalé a zastaralé připojení přes telefonní linku a modem, které je navíc účtováno po minutách.

Situaci částečně zachraňují lokální poskytovatelé, kteří nakupují konektivitu o velkém objemu na jednom místě a vlastními silami pak řeší tzv. poslední míli. Jedním z nich je i bruntálský MX-NET.

2 Cíl práce

Cílem této práce je navrhnout komplexní řešení jednorázového rozšíření působnosti poskytovatele internetových služeb a tím umožnit získání nové klientely. Kromě toho, že firmě podle jejích požadavků vyberu z ekonomického i technického hlediska nejvhodnější lokalitu, zvolím také technologii a konkrétní hardware přesně pro tento účel a odhadnu náklady a předpokládaný čas potřebný k realizaci. Podrobně zanalyzuji způsob přivedení konektivity na jeden uzel v obci a také bezdrátové i případné kabelové rozvody v místě vedoucí až přímo ke klientům. Předběžně zajistím potřebná povolení ze strany obce i majitelů dotčených nemovitostí.

Na základě poptávky (a působení konkurence) v cílové oblasti sestavím nejvhodnější cenovou nabídku přijatelnou jak pro klienta tak i pro firmu.

Současně bude v popisu potenciálně připojitelných, avšak pro tentokrát nevybraných lokalit uvedeno, co by bylo potřeba udělat pro jejich úspěšné pokrytí. Firma tak z práce může vycházet i v budoucnosti, kdy bude chtít v expanzi pokračovat.

Pokusím se také předejít možným komplikacím a varovat firmu před případnými chybami. Budu vycházet ze současných schopností a know-how firmy a mou snahou bude je využít v co největší míře. Tím budu moct předejít zbytečnému zvyšování nákladů a tím pádem bude možno prostředky zamýšlené k investici využít maximálně efektivně.

V souvislosti s tím budu ale spoje i technologie navrhovat tak, aby měly při plánovaném využití dostatečně velkou výkonovou rezervu, případně aby umožňovaly jednoduché a levné vylepšení v situacích, kdy by se provoz blížil k maximu jejich schopností.

3 Analýza současného stavu

Oficiální název: MX-NET Telekomunikace s.r.o.

Sídlo: Zahradní 1455/1, Bruntál.

Obory podnikání: poskytování telekomunikačních služeb, budování a správa počítačových sítí, poskytování poradenství v oblasti hardware a software a další.

Počet zaměstnanců: 4 + 1 externista.

Datum vzniku sítě: září 2004.

Počet klientů k 15.5.2007: 774.

Předpokládaný obrat pro rok 2007: 4mil. Kč.

3.1 Vývoj společnosti

Síť MX-NET vznikla spojením amatérských sítí v různých částech Bruntálu do jednoho celku. Původními cíli bylo centralizovat správu a také sjednotit dvě oddělené větve pod jednoho dodavatele konektivity za účelem snížení koncové ceny pro každého uživatele. Oním dodavatelem byla dnes již neexistující opavská společnost Sarai. Počet uživatelů sítě ale díky neutěšené situaci na bruntálském internetovém trhu rostl rychleji, než bylo původně očekáváno a nebylo tak již dále možno zajišťovat provoz na amatérské úrovni. Proto na konci září roku 2004 oficiálně vznikla firma MX-NET, jež začala poskytovat připojení k internetu komerčně. Její nabídka byla výrazně výhodnější než ta konkurenční a nově vzniklý operátor se tak postupně dostával do povědomí bruntálských uživatelů. Počáteční nedůvěru v nově vzniklou, neznámou firmu pomohly překonat dobré reference a profesionální přístup k zákazníkovi na všech úrovních jednání.

Březen 2006 byl důležitým okamžikem v krátké historii firmy. Akční rádius sítě tehdy pokrýval cca třetinu celkové bruntálské populace a její klientská základna čítala necelou stovku. Kvůli existenčním problémům firmy Sarai byla nečekaně donucena ke změně dodavatele na České Radiokomunikace (posléze BlueTone, dnes již jen Radiokomunikace). Současně s tímto přechodem došlo i k razantnímu přebudování páteřních spojů a důležitých uzlů na výkonnější technologii (z 2,4GHz na 5GHz),

navýšení odebírané konektivity, rozšíření působnosti do malé vsí Oborná v těsné blízkosti Bruntálu a v neposlední řadě také k historicky první masivní reklamní kampani spojené s rozšířením nabídky tarifů. Ty byly nově pro klienta ještě o něco výhodnější než doposud a navíc jejich rozvržení teď dokázalo uspokojit daleko širší spektrum uživatelů – od těch nejnáročnějších až po jedince, kteří internet používají jen výjimečně.

V dnešní době je MX-NET sice stále nejmenším komerčním poskytovatelem na bruntálském trhu, roste však jednoznačně nejrychleji (počet jeho klientů se zdvojnásobí cca každých devět měsíců) a poskytuje nejširší portfolio služeb. Kromě samotného připojení i - jako jediný v Bruntále – nabízí klientům veřejnou IP adresu, buduje a provozuje online kamerové systémy, má vlastní herní server, nabízí webhosting a server housing, spravuje vnitropodnikové sítě atp. Mezi jeho klienty patří například Střední průmyslová škola v Bruntále, několik firem různých velikostí a stovky domácích uživatelů.

Dne 10.5.2007 přešla firma z původní fyzické osoby na právnickou, konkrétně společnost s ručením omezeným.

3.2 Působení konkurence na trhu

Při svém působení se firma potýká s pěti největšími konkurenty s výrazně odlišnou ekonomickou silou, mírou profesionality služeb i počtem klientů.

ADSL

Je technologií, pomocí níž je možno připojit se k internetu přes telefonní rozvody, a to bez časového omezení. Nejde tedy o společnost jako takovou, ale spíše o prostředek, jehož využívají firmy jako O2, Dial Telecom, Tiscali nebo GTS Novera. Jeho největší silou je obrovské pokrytí po celé republice, neboť je dnes dostupné už takřka kdekoli, kde je k dispozici pevná telefonní linka. Slabinou je však operátory limitované množství přenesených dat a nutnost platit nemalou měsíční částku telefonnímu operátorovi za pronájem linky bez ohledu na délku či počet uskutečněných hovorů. Proto také ADSL nedosáhlo ani zdaleka takových úspěchů, jako se od něj v dobách těsně před jeho nástupem u nás očekávalo - hlavně díky jeho úspěchům v zahraničí. Výběr tarifů služeb nabízených pomocí této technologie je ale skutečně široký a cca třetina všech uživatelů (od domácností až po úřady a velké firmy) zatím

nemá důvod měnit. Zarážející je fakt, že kromě O2 žádný z dotčených poskytovatelů svou nabídku výraznějším způsobem nepropaguje. To pak nahrává vytváření špatně fungujícího segmentu trhu, což časem může způsobit odliv klientely směrem k alternativním způsobům připojení.

OpavaNet

Je opavská firma nabízející své služby kromě Bruntálu hlavně v Opavě, Krnově a okolí. Svůj největší rozmach zaznamenala rozhodně v letech 2000 až 2003. Tehdy začala působit ve všech třech městech téměř zároveň, bez existence relevantní konkurence a její služby byly na svou dobu nevídané. Nabízela jako první možnost využití časově neomezeného připojení za paušální cenu, což uživatelům zvyklým na minutově zpoplatněný dial-up odkrývalo do té doby netušené možnosti. Navíc díky obrovskému záběru (přes 100.000 obyvatel) disponovala vysokými kapitálovými prostředky. Proto se firmě podařilo jen v Bruntále získat cca 2.000 domácností, mnoho větších či menších firem a většinu úřadů. V současné době je ale díky konfliktům ve vedení firmy přírůstek klientely v Bruntále minimální, ne-li přímo záporný. Stávající zákazníci jsou nespokojeni s častými výpadky, špatným servisem a zastaralou nabídkou služeb. Firma navenek působí, jakoby o Bruntál již ztratila zájem a věnovala se spíše jiným lokalitám.

BaronPC

Místní prodejce výpočetní techniky odkryl potenciál prázdného internetového trhu asi půl roku po nástupu OpavaNetu. Nikdy se mu nepodařilo tento rozdíl dohnat a vždy měl minimálně o čtvrtinu menší klientelu a to i přes mírně výhodnější cenu služeb. V posledních třech letech se u něj začaly projevovat stejné formy nezájmu o klienta jako u opavské konkurence. Pokulhává navíc i kvalita infrastruktury. Narychlo a často nelogicky sestavené spoje již nestíhají rostoucí nároky na přenos dat. Nevhodně minimalizované náklady při budování uzlů si nyní také začínají vybírat svou daň a to se projevuje výraznými výkyvy kvality přenosu v jednotlivých lokalitách města. Provozovatel hodlá problém co nejdříve vyřešit vybudováním optického okruhu po městě a rekonstrukcí kabelových rozvodů v jednotlivých domech. Zatím se ale potýká spíše s finančními a legislativními komplikacemi a tak i přes jeho optimistická tvrzení

klientům není stále jasné, zda se mu záměr vůbec podaří úspěšně dokončit. Dlouhodobě tak existuje skupina uživatelů s velmi rychlým připojením bez výpadků nebo kolísání rychlosti, druhá část se ale s problémy potýká téměř denně.

Tento nezodpovědný přístup se mu vymstil mj. i v Horním Benešově, což byla lokalita, na kterou zaměřil svou pozornost po prosazení se v Bruntále. Nově pokryté město mělo být původně novým zdrojem příjmů, avšak díky síti vybudované podobně jako dříve v Bruntále byl výsledek zcela opačný. Nespokojenou klientelu o velikosti asi 250 domácností, tři velké firmy a asi deset malých, městský úřad, poštu atd. převzal OpavaNet, vybudoval ve městě jednoduchý optický okruh a dnes by Horní Benešov mohl být vzorem, co se týče jednorázového pokrývání města nebo větší obce.

Na nespokojenosti klientů firmy BaronPC se podepisuje výraznou měrou také nízká flexibilita obchodní nabídky. Trvalo téměř přesně dva roky, než operátor změnou nabídky zareagoval na příchod MX-NETu s jeho o 20% levnějším připojením.

Mobilní technologie

Zde se jedná o podobný případ jako u ADSL. Jediným rozdílem je, že kromě O2 jsou k dispozici již jen dvě společnosti: T-mobile a Vodafone. Spektrum jejich služeb je také poměrně široké, cenově však zhruba dvojnásobně drahé, než je běžné u lokálních WiFi poskytovatelů. A tak technologie jako GPRS, CDMA nebo nově také 4G slouží spíše uživatelům využívajícím výhod mobility těchto typů připojení. Je také nutno podotknout, že u přenosu dat tímto způsobem dochází (snad kromě 4G) k velkým výkyvům rychlosti a kvality přenosu v závislosti na lokalitě a denní době. Rozhodně tak (zatím) nepatří mezi konkurenci přímo ohrožující fungování nebo existenci MX-NETu.

Amatérské sítě

Díky snadné dostupnosti a jednoduchosti používání některých síťových prvků (ať už kabelových nebo bezdrátových) se čím dál tím častěji začaly objevovat spolky nadšenců, které fungují na podobném principu jako MX-NET ve svých začátcích – nakupují velkou konektivitu, kterou pak mezi sebou redistribuují bez nároku na zisk. Tyto skupiny se logicky snaží lákat i nové uživatele, aby tak co nejvíce snížili měsíční cenu připojení. Vzhledem k zaplněnému trhu a nesrovnatelně vyšší úrovni služeb u komerčních poskytovatelů se jim to ale daří jen velice těžko. Přesto tyto subjekty ve

výčtu uvádím, neboť jejich „klientela“ může být potenciálním objektem zájmu při snaze o získání nových klientů ze strany firmy či její konkurence.

Spolu s MX-NETem je tak seznam kompletní a nyní je pochopitelné, že v Bruntále s populací ve výši necelých 18 tisíc obyvatel jsou už všechny lukrativní lokality obsazeny. Konkurenční boj v samotném městě tedy neprobíhá ani tak na principu získávání nových zájemců o připojení jako spíše na přesvědčování současných klientů konkurence ke změně operátora. Proto je třeba zaměřit se na slabiny a nedostatky služeb v okolí a vytvořit takovou nabídku, jež spolu s perfektním servisem a přístupem donutí uživatele poskytovatele změnit. Zároveň však firma hodlá expandovat do některé z okolních oblastí, což by ji přineslo nárazové zvýšení pravidelných měsíčních příjmů.

3.3 Požadavky pro expanzi

Firma hledá oblast v okolí s nulovým nebo minimálním působením konkurence. Hlavním záměrem je totiž získání jistého zdroje příjmů bez nutného investování nadměrného množství času, úsilí i financí do boje o klienta. ADSL zde již s největší pravděpodobností dostupné bude, avšak úroveň jeho služeb ve větší obci v pohraničí určitě nebude dosahovat takových kvalit, jaké jsou běžně k dispozici ve velkých městech. Nebude tedy významnou překážkou. Amatérské síť lze také akceptovat, neboť by neměl být větší problém je konkurenčně přemoci.

Vzhledem k záměru využít k dodání konektivity do obce bezdrátový přenos na pásmu 5GHz je nezbytná přímá viditelnost z Bruntálu (pokud možno přímo z hlavního uzlu MX-NETu) do obce. A zároveň rozumná vzdálenost. Tím je myšleno zhruba 15km vzdušnou čarou (plus minus 5km). Delší trasa by mohla zapříčiňovat již neúnosnou hladinu odezvy, což by vedlo k rapidnímu poklesu kvality služeb.

Důležitá je i snadná fyzická dostupnost obce. Velká vzdálenost by se negativně projevila na nákladech spojených s dopravou a veškeré zásahy do sítě v obci (instalace, údržba i oprava) by vyžadovaly nepříjemné množství času. Také je třeba přihlídnout k faktu, že celá oblast leží zčásti v horách a zčásti na jejich úpatí a v zimě bývá někdy i několik dní nemožné dostat se do některých obcí.

Kupní síla v místě připojování je také neopomenutelným parametrem. Je logicky výhodnější působit v obci, která má díky nízké míře nezaměstnanosti vyšší kapitálový potenciál. Výhodou může být přítomnost větších firem nebo například turistický ruch. Díky němu by bylo možné akceptovat i o něco nižší počet domácích přípojek. Mezera by byla vyplněna připojením hotelů a penzionů. Jejich provozovatelé určitě rádi nabídnou svým klientům možnost připojení k internetu výměnou za vyšší cenu ubytování. Díky turistům a jejich utrácení v místních obchodech a podnicích bude mít místní populace nepochybně i vyšší životní úroveň a je tak šance na využití služeb z té dražší části nabídky.

Posledním, avšak neméně důležitým faktorem je uspořádání domů v obci a geografická situace v ní. Optimální je minimum terénních překážek a vzrostlých stromů. Případné bezdrátové spoje totiž poběží na frekvencích 2,4GHz a 5GHz, u nichž je vyžadována přímá viditelnost mezi oběma body. Také typy budov, v nichž místní obyvatelé bydlí, jsou důležité. Přednost mají samozřejmě levně připojitelná panelová sídliště s vysokou koncentrací populace.

Výše investice by neměla přesáhnout 250.000 Kč. V případě mimořádně výhodné lokality je možno využít jednorázovou rezervu ve výši 50.000 Kč. Návratnost celé investice by neměla být delší než šest měsíců.

3.4 Používaný hardware

Pilířem sítě jsou bezdrátové spoje. Na ty firma používá hardware pracující na jednom ze dvou nelicencovaných pásem – buď 2,4GHz nebo 5GHz podle toho, jaký objem dat a na jakou vzdálenost musejí přenášet. U obou kmitočtů se vyplatila jednoduitost sítě hlavně kvůli vzájemné kompatibilitě a jednoduchosti údržby. Firma se tak snaží jednotlivé uzly maximálně unifikovat. Při případném poškození či nefunkčnosti některého zařízení pak není problém vadný kus vyměnit za jiný a tím minimalizovat délku výpadku.

3.4.1 Bezdrátové spoje v pásmu 2,4GHz

Levná technologie vhodná buď pro koncové klienty, nebo při použití v oblastech bez výskytu rušení pro malé skupiny klientů (cca do 5). Mezi nejpoužívanější zařízení patří D-Link DWL 900AP+, Ovislink 1120 AP+ a Compex WP54g.

D-Link DWL 900AP+ by se dal označit za evergreen tohoto pásma. Nízká cena, poměrně vysoká spolehlivost a jednoduché ovládání – to jsou přednosti, které mezi uživateli nezůstaly bez odezvy. Má vlastní firmware nabízející nezbytné funkce jako Site survey (přehled bezdrátových sítí v dosahu včetně zobrazení MAC adresy druhé strany, síly signálu a použitého kanálu), DHCP server (služba pro dynamické přidělování IP adresy), filtrování MAC adres a šifrování. Dokáže pracovat v režimech Access point, Client, Bridge (pro propojení dvou rozdělených sítí), Repeater (opakovač) aj. Jeho slabinou je nemožnost přenosu MAC adresy „za ním“ směrem nahoru do sítě, což znemožňuje řízení provozu jednotlivých klientů v případě, že je jich přes zařízení připojeno více. Díky použité normě 802.11b+ je možné při nasazení dvou kusů „naproti sobě“ vytvořit spojení o teoretické rychlosti až 22Mbit/s. Dnes se model již bohužel nevyrábí a nemá ani jednoznačného přímého nástupce.

Ovislink WL-1120 AP býval ještě asi o třetinu levnější než D-Link, což dokázalo u mnoha klientů nahradit jeho nižší spolehlivost a užší paletu funkcí. Nespornou výhodou byla přítomnost dvou ethernetových portů, díky kterým bylo možno připojit i dva klientské počítače bez nutnosti použití switchu. Jeho větší popularitě a rozšíření bránila nespolehlivost použitého firmwaru. Ačkoliv se výrobce snažil chyby opravovat, nikdy se mu to nepodařilo úplně. Až v posledních fázích prodeje polští fanoušci vytvořili vlastní firmware AP Lite (přinášející např. funkci Ping watchdog, která zařízení restartovala v případě zamrznutí), jenž chybějící stabilitu konečně přinesl. Výrobek byl již také stažen z prodeje a plně nahrazen modelem WL-5460 AP.

Compex WPE54G - zdařilý model s daleko vyšším výkonem při přenosu dat i stabilitou než dva výše uvedené. Bezdrátový provoz dle normy 802.11b/g nabízí teoretickou rychlost až 54Mbit/s. Zařízení zvládá všechny důležité funkce a jeho silnou stránkou je vynikající citlivost na signál a stabilita bezdrátového provozu i v rušených

oblastech. Dva ethernetové porty dovolují podobné využití, jako Ovislink. Výhody sice byly vykoupeny vyšší cenou, ale v poměru výkon+kvalita / cena vycházel jednoznačně nejlépe. Dnes je již nahrazen modelem WP54G, který se kromě designu liší hlavně Linux-based firmwarem a vyšší modelovou řadou chipsetu Atheros. Pro kvalitní bezdrátový spoj ke klientovi na pásmu 2,4GHz je toto zařízení v současnosti asi nejlepší volbou.



(Comex WP54G)

Na ostatní spoje v tomto pásmu firma používá kartu miniPCI Atheros AR5213 od výrobce WNC osazenou v zařízení typu WRAP. Obojímu se budu ještě věnovat níže v textu.

Co se týče antén, vítězí směrová síta značek Andrew a Pacific Wireless se ziskem 15, 19 a 24dBi (v závislosti na délce spoje a míře rušení). U sektorových antén je nejčastěji používán OEM výrobek českého výrobce se ziskem 10,5dBi a vyzařovacím úhlem v horizontální rovině 180°. Tento vykazuje na svou cenu až neuvěřitelné výsledky.

Všesměrové antény pak už z důvodu silného rušení a nízkého výkonu použít takřka nelze.

3.4.2 Bezdrátové spoje v pásmu 5GHz

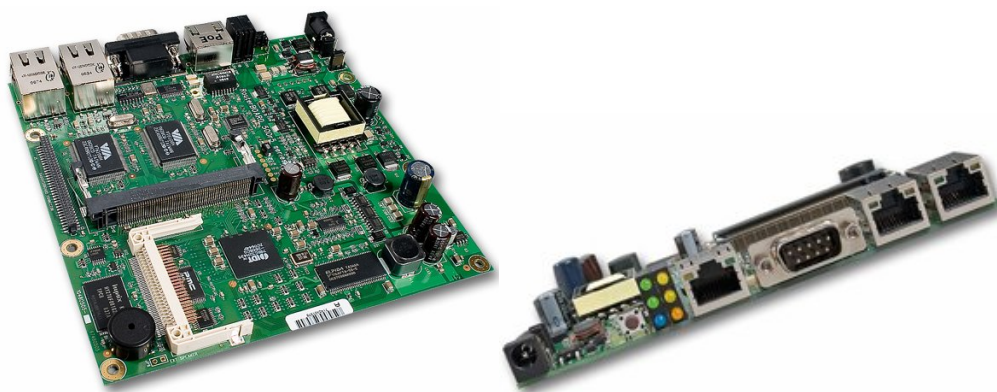
Na klíčové páteřní spoje, případně při překonávání velkých vzdáleností (nad 2km) nebo silně rušeného prostředí, je nutno použít technologii s vyšší kvalitou přenosu

a i větší propustností. Popíšu zde některá zařízení litevské firmy MikroTik, jež slouží jen jako platformy a jsou schopna fungovat na obou WiFi pásmech (802.11 a/b/g) v závislosti na kartách, jimiž jsou osazena.

WRAP systémy obecně jsou zařízení nahrazující plnohodnotná stolní PC v situacích, kdy je jejich výkon přebytný a rozměry překážkou. Proto byl vyvinut speciální počítač, který obsahuje jen nejnútnejší prvky jako procesor, operační paměť nebo komunikační rozhraní. Těmi jsou hlavně miniPCI sloty (pro bezdrátové karty), ethernetové porty a sériové rozhraní RS-232. Záznam dat probíhá na karty typu CompactFlash. Díky kompaktním rozměrům a nízké hmotnosti mohou být po instalaci do vodotěsného boxu umísťovány přímo na anténní stožáry. Jako ovládací software jim slouží v drtivé většině upravená verze systému Linux (distribuce Debian).

Mikrotik RouterBoard RB532A – je nejvýkonnějším produktem firmy MikroTik v tomto segmentu. Obsahuje 400MHz procesor, 64MB RAM, 2x miniPCI slot a 3x RJ-45 ethernet port. Data jsou uložena na kartě typu CompactFlash o kapacitě 128MB. Může být napájen buď pomocí adaptéru zapojeného přímo anebo přes systém PoE (Power over Ethernet), jenž umožňuje pomocí speciálních převodníků vést stejnosměrný proud přes 4 nevyužité žíly TP kabelu (RJ-45). Ovládán je pomocí systému MikroTik RouterOS, avšak lze použít i distribuci Debian systému Linux s jádrem 2.4 a výše.

Zařízení lze osadit tzv. daughterboardem RouterBoard RB502, což je rozšiřující deska přidávající dva miniPCI sloty anebo daughterboardem RouterBoard RB564, který platformu rozšíří dokonce o 4 miniPCI sloty a 6 ethernetových portů. Dostáváme tak zařízení, jež je teoreticky schopno ovládat 6 bezdrátových karet a 9 ethernetových spojů.. Nutno podotknout, že při takovém využití už ale nedostačuje výkon procesoru ani kapacita operační paměti.



(RB532A: pohled na zadní panel s konektory a informačními LED diodami)

Mikrotik RouterBoard RB112 – 166MHz procesor, 16MB RAM, 64MB CompactFlash, 1x ethernet, 2x miniPCI. Už podle počtu komunikačních portů je evidentní, že zařízení je ideální jako routující Access point pro menší počet klientů. Jedno zařízení dokáže signál zároveň přijímat a také dále vysílat a to klidně i na různých pásmech. V posledních měsících byl stažen z prodeje a nahrazen modelem RB133, který je obohacen o 2 ethernetové porty a 1 miniPCI a má o spíše symbolických 9MHz silnější procesor.

Mikrotik RIC / 522 je de facto RB112 integrovaná do panelové antény se ziskem 22dBi schopné pracovat v rozsahu 5,1 až 5,9 GHz. Zařízení je určeno pro využití v exteriéru a jeho nejsilnější stránkou je jednoznačně kompaktnost. Při využití PoE napájení jej totiž stačí jen připevnit na stožár a zapojit jediný TP kabel. I přes široký vyzařovací úhel 65° se osvědčil pro středně dlouhé peer-to-peer spoje.

Atheros AR5213 je onou zmiňovanou kartou miniPCI formátu, díky které jsou zařízení RouterBoard schopna komunikovat na pásmech 2,4 a 5GHz (802.11 a/b/g). Maximální rychlost přenosu 54Mbit/s, možnost regulace výkonu, vynikající citlivost na všech třech normách a perfektní podpora ze strany MikroTiku dělají z této karty silnou jednotku při použití v zařízeních řady RouterBoard.



(miniPCI karta s chipsetem Atheros AR5213)

AirCA PRO – klientské zařízení z dílny výrobce WNC. Pro svou jednoduchost je použitelné u jednotlivých klientů, u kterých podmínky nedovolují použití pásma 2,4GHz (vysoké rušení, špatné pokrytí signálem...). Bezdrátový provoz zvládá podle norem 802.11a/b/g, a to v režimech Access Point, Client, Bridge a Repeater. Obsahuje 3 ethernetové porty a opět tak odpadá nutnost použití switchu.

Jako směrové antény se osvědčily opět OEM modely PAR24-PRO stejného českého výrobce, kterého jsem zmiňoval výše. Jak už název napovídá, jejich zisk je 24dBi a vyzařovací úhel necelých 9°.

U sektorových antén padla volba na WaveAnt SPA16 s vyzařovacím úhlem 90° v horizontální rovině a ziskem cca 16dBi.

Všesměrové antény pak firma nepoužívá.

3.4.3 Ostatní hardware a kabely

Pro rozvod konektivity je použit TP kabel (twisted pair – kroucená dvoulinka) kategorie 5e a 6, který na rozdíl od koaxiálního vedení umožňuje většit strukturu a vybudovat tak síť podle hvězdicové topologie. Pro přenos rychlostí 100Mbit/s stačí využití poloviny jeho žil (tedy dvou párů) a tak druhou polovinu firma v některých případech využívá pro systém PoE. Kabel se zakončuje plastovým krimpovacím konektorem RJ-45 na jedno použití.

Firma používá všechny tři dostupné modifikace kabelu – podle potřeby míry ochrany proti negativním vlivům okolí. UTP (unshielded twisted pair), jako nejlehčí a nejohlednější, najde uplatnění pouze v interiérech, kde nemusí být chráněn proti

elektromagnetickému poli z okolí ani proti mechanickému poškození. FTP (foiled twisted pair), díky své vyšší tuhosti a odolnosti vůči mechanickému poškození, bývá používán na rizikových a exponovaných místech, avšak opět pouze ve vnitřních prostorech. Do extrémních podmínek pak firma nasazuje mechanicky těžko formovatelný a velice odolný STP (shielded twisted pair). Díky aluminiovému stínění s uzemněním dokáže odolat i kolísání elektromagnetického pole. Pokud je potřeba instalovat kabelové vedení do exteriérů, ukázal se jako optimálním řešením multimode optický kabel (určený pro spoje do 2km) s převodníky TR-932D, které zprostředkovávají spojení mezi TP kabelem a optikou.

Mezi ostatní kabeláž můžeme zařadit např. pigtaily, spojující anténu s výstupním konektorem na zařízení. Běžně se vyrábí z kabelu H155 o průměru 6mm a v délkách do 10m. Při budování spoje je třeba počítat se ztrátami na síle signálu, jenž tento kabel způsobuje (kolem 0,6dBi/m). Při potřebě delšího vedení se pak kabel nastavuje speciální nízkoútlumovou variantou H1000, jež je velmi tuhá a má průměr celých 15mm. Nabízí však útlum v řádu setin dBi/m.

Speciální modifikací pigtailů jsou tzv. minipigtaily spojující karty formátu miniPCI s výstupem na jejich miniPCI – PCI redukci zasazené v PCI slotu počítače. Jsou velmi tenké (1mm) a při manipulaci s jejich konektory je zapotřebí pracovat maximálně opatrně, aby nedošlo k jejich zalomení a s tím souvisejícím znehodnocením jak minipigtailu, tak i miniPCI karty.

Pro vytváření větvení na TP kabelu využívá firma switche (přepínače) o přenosové rychlosti 100Mbit/s. Jako nejvhodnější modely se postupným zkoušením ukázaly výrobky dvou značek: D-Link (model DES-1005D obsahující pět portů pro konektor RJ-45) a Compex (model PS2208B s osmi porty nebo PS2216 se šestnácti).

Na důležitých uzlech, kde je potřeba udržovat hardware v činnosti i během krátkých výpadků dodávek elektrické energie, si firma jistí provoz záložními zdroji. Jako dostatečně silný a výkonný se ukázal APC Back-UPS RS 800VA s kapacitou 800VA, výstupním výkonem max. 540W a reakční dobou potřebnou pro sepnutí pod 6ms. I přes své kompaktní rozměry 10x22x32cm váží úctyhodných 10kg. Na poloviční využití dokáže udržet zařízení v chodu přes 15 minut. Běžný stolní IBM PC pracující

jako router má však odběr necelých 100W a tak délka provozu na baterie prodlužuje až do řádu hodin.

Hlavním počítačem, který zprostředkovává spojení přívodu konektivity se zbytkem sítě je IBM kompatibilní PC s procesorem Intel Pentium D945 s jádrem Presler pracujícím na frekvenci 3,4GHz (FSB 800MHz) využívajícím 4MB L2 cache. Jako operační paměť slouží dva moduly Geil DIMM 1024MB 800MHz s aktivním dual-channel režimem a celkovou kapacitou 2GB. Data jsou uložena na kartě Kingston CompactFlash Ultimate 100x s kapacitou 1GB připojenou k PC přes CF-IDE redukci. Toto řešení bylo zvoleno proto, že karta má dostačující kapacitu i přenosovou rychlost, žádné pohyblivé mechanické součásti nesoucí s sebou riziko poškození a také velmi nízkou spotřebu el. energie spojenou s minimálním vyzařováním tepla. V PC je k dispozici 1x Gigabit ethernet RJ-45 port a pět PCI slotů. V současnosti jsou všechny obsazeny PCI redukcemi pro miniPCI bezdrátové karty. Na počítači běží systém Mikrotik RouterOS level 5.

3.5 Používaný software

Běžný kancelářský software v tomto popisu přeskočím a budu se věnovat jádru sítě. U koncových klientů, kteří využívají hardware typu D-Link DWL900 AP+ není nutno hledat software, všechna tato zařízení mají svůj vlastní firmware. Uzly pak používají téměř výhradně systém RouterOS firmy MikroTik, který je jen v několika specifických výjimkách zastoupen softwarem StarOS (obojí je derivátem Linuxu).

RouterOS je silně specializovaný operační systém určený výhradně pro poskytovatele internetových služeb. Díky svému úzkému zaměření však poskytuje obrovské množství funkcí a služeb. Jen namátkou jmenujme statické i dynamické routování, filtrování paketů, zdrojový a cílový NAT, firewall, IP aliasing, klasifikaci paketů, DHCP server, web proxy, bandwidth management a mnoho dalších.

Existuje v několika verzích (levelech). Ty se liší především rozsahem využití dané funkce (např. množství simultánních VPN tunelů, aktivních klientů na HotSpotu apod.) a také dále délkou možnosti využívat bezplatný upgrade.

Instalace je možná na WRAP systémy nebo na libovolný IBM kompatibilní počítač. Těto možnosti se využívá hlavně v situacích, kdy omezené hardwarové prostředky WRAP nejsou dostačující.

Ovládání je možné přes grafickou konzoli WinBox určenou pro systém Microsoft Windows, textovou konzoli protokolu TelNet, SSH protokol, anebo sériové rozhraní. Pro upgrade firmware lze využít FTP protokol nebo SCP (Secure Copy Protocol). Systém také zvládá zobrazení stavu na LCD panel připojený přes sériové nebo paralelní rozhraní.

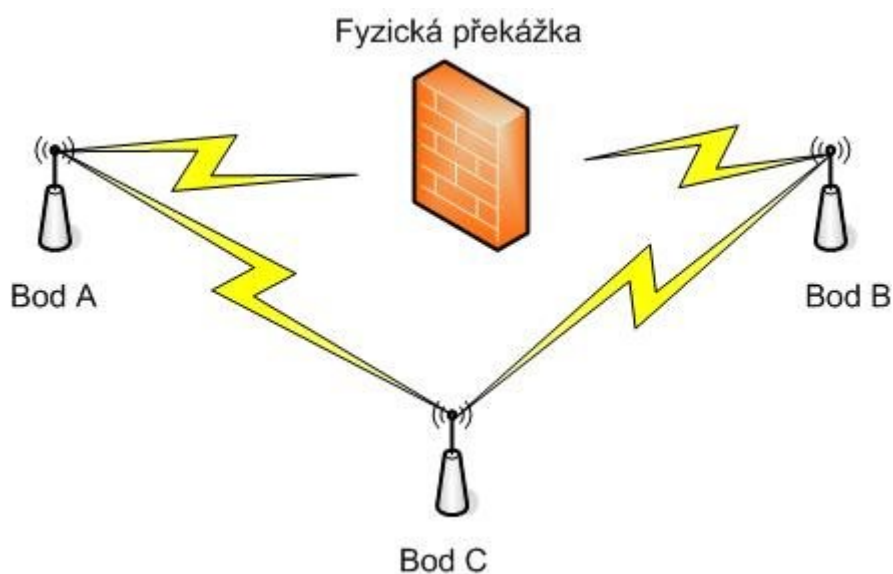
StarOS – je operačním systémem s podobným zaměřením jako RouterOS a je stejně jako on použitelný ve WRAP systémech nebo v PC kompatibilními se standardy IBM. Jeho primární činností je řízení jak bezdrátového, tak i ethernetového přenosu dat. Kromě nastavení pravidel provozu obsahuje také diagnostické utility, jako je ping nebo traceroute. Má vynikající podporu pro miniPCI karty s chipsetem Atheros nastavenými na pásmo 2,4GHz. Jeho ostatní funkce i výkon však již byly plně nahrazeny systémem RouterOS a proto firma jej používá již jen na dvou místech, kde má Access pointy na 2,4GHz a v jejichž okolí se vyskytuje ve vysoké míře rušení pásma.

4 Teoretická východiska

Při budování spojů na velké vzdálenosti je možno zvolit několik rozličných technologií i rádiových pásem: ať už nelicencovaná (2,4GHz, 5GHz. a 10GHz) nebo licencovaná (3,5GHz, 26GHz) pásma pro bezdrátový přenos dat, stávající vedení některých operátorů anebo vlastní okruh postavený na optickém vlákně.

4.1 Bezdrátový přenos

Kvůli rostoucí potřebě lidí spojit datovou síť dvě místa vzdálená od sebe natolik, že není reálné vybudovat kabelový spoj, byly vyvinuty technologie využívající pro přenos dat energii vysokofrekvenčního (rádiového) elektromagnetického vlnění. Až na výjimky (nejnovější mobilní technologie) vyžadují přímou viditelnost mezi oběma spojenými body. Pokud chybí, lze ji nahradit tzv. retranslací. Jedná se o využití principu zrcadla v situaci, v níž na sebe dva body „nevidí“, avšak existuje bod třetí, jež s oběma z nich tuto podmínku splňuje.



(Princip retranslace – chybějící přímou viditelnost mezi body A a B nahrazuje bod C)

Existuje mnoho různých pásem (od desítek MHz až po desítky GHz), my si však v této práci přiblížíme jen několik nejpoužívanějších.

4.1.1 Licencovaná pásma

Za paušální roční poplatek je možno si u Českého telekomunikačního úřadu (jakožto nejvyšší české autority v bezdrátovém provozu) pronajmout licence na využívání jednoho konkrétního kmitočtu (kanálu) z pásma 3,5GHz. Tím lze teoreticky zajistit, že onen konkrétní kanál bude v dané lokalitě využívat opravdu jen jeden subjekt a zbaví se tak problému rušení. Tím si zajistí stabilitu spoje.

Ale nic není tak jednoduché, jak by se mohlo na první pohled zdát. Při budování sítě podle hvězdicové (resp. vložkové) struktury potřebujete hned několik kanálů na centrálním bodě. Jinak může dojít i k natolik paradoxní situaci, jako že si budete sami sobě rušit jedním spojem ty ostatní. Je tedy potřeba zakoupit kanálů více. Spolu s vysokou cenou hardwaru má tento problém za následek fakt, že licencovaná pásma jsou bohužel zatím ve srovnání s ostatními technologiemi u nás využívána jen velmi zřídka.

Podobná situace je pak i na pásmu 26GHz. Jedná se o vysoce kvalitní a stabilní technologii, někdy také označovanou jako FWA (Fixed Wireless Access). Bývá využívána výhradně pro úzce směrové spoje na velmi velké vzdálenosti.

4.1.2 Nelicencovaná pásma

S jejich reálným používáním se začalo někdy v roce 1999. Od té doby prodělala technologie bouřlivý vývoj a má reálné předpoklady, aby se v budoucnosti vyvíjela ještě progresivněji. Standardy pro jednotlivá pásma i funkce zařízení na nich pracujících stanovuje konsorcium IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) a jsou známy pod číslem 802.11. Existuje celá řada modifikací těchto pravidel, pro nás jsou však důležité pouze tři: 802.11a, 802.11b a 802.11g.

2,4GHz (norma označená IEEE 802.11b a 802.11g) je frekvence označovaná spolu s částí 5GHz pásma jako WiFi (wireless fidelity) a je dnes u nás jednoznačně nejrozšířenější technologií využívanou pro bezdrátový přenos dat. Její popularita je dokonce tak obrovská, že podle statistických údajů jsou plné dvě třetiny všech spojů v EU využívajících WiFi právě na území Česka.

Částečně je to způsobeno pomalým porevolučním vývojem v oblasti moderních kabelových technologií širokopásmového přenosu dat (rychlost nad 256kbit/s); tím

hlavním důvodem je však nejspíše nízká pořizovací cena a minimální požadavky na odbornost při instalaci i používání. Také škála výrobců a jejich modelů je obrovská. Z těchto důvodů můžeme zařízení této kategorie najít v nejedné domácnosti, kde slouží pro vlastní bezdrátový rozvod sítě, bývají standardně v každém novém notebooku a pracují na ní např. i hotspoty ve školách, na letištích apod. Právě to má ale spolu s nevhodně zvolenými rozestupy frekvencí mezi jednotlivými kanály (a tedy vysokou mírou rušení) za následek fakt, že tato technologie je pro účely přenášení velkého množství dat prakticky nepoužitelná. Pásmo obsahuje 13 kanálů na frekvencích 2412MHz až 2472MHz. Ale díky nízkým rozestupům (pouhých 5MHz mezi každými dvěma kanály) jsou stoprocentně bez rušení použitelné pouze tři – první, šestý a třináctý.

Navíc maximální teoretická propustnost technologie - 54Mbit/s - v praxi ani zdaleka nedosahuje takových hodnot; reálně se při zachování přijatelné odezvy (pingu) dostáváme na cca 2-3Mbit/s. Malý dosah (efektivně max. 2km) je pak dalším důvodem, proč na páteřních spojkách od tohoto kmitočtu upustit. Pro koncové uživatele internetu v oblastech s nízkým rušením je to ale jasná volba.

5GHz (802.11a) má parametry příznivější. Stále ještě přijatelná cena v kombinaci s širokými rozestupy mezi kanály posouvá toto pásmo do popředí zájmu menších poskytovatelů. V Česku jsou podle norem ČTÚ použitelné frekvence 5450MHz až 5725MHz s rozestupy o šířce 20MHz. Kanály jsou tak vůči sobě daleko lépe odstíněny a je jich tak možné použít až osm v jedné lokalitě při plném přenosovém vytížení.

K tomu se přidá vyšší cena zařízení i větší náročnost na používání a tak v našich lokalitách vládne na této frekvenci daleko větší rádiový klid než na 2,4GHz. Navíc i maximální dosah spojů (dosahující ve vhodných podmínkách a při precizně odvedené instalaci a nastavení i desítek kilometrů) je parametrem, který činí pásmo pro budování relativně levných spojů na velkou vzdálenost nejvhodnějším.

Nejvyšší nelicencované pásmo 10GHz už představuje absolutní špičku ve své třídě. Zařízení jsou vysoce kvalitní a výkonná i na velké vzdálenosti, propustnost se počítá na desítky Mbit/s a rušení takřka neexistuje. Avšak práce s nimi představuje něco naprosto jiného, než dříve zmiňovaná pásma. Připočteme-li ještě velmi vysokou cenu,

získáváme tak velice kvalitní prostředek, který najde využití u plně profesionálních uživatelů.

4.2 Kabelové okruhy

Někteří velcí poskytovatelé internetových a datových služeb nabízejí zajímavou variantu pro přenos dat na větší vzdálenosti. Tou je pronájem okruhu o určité rychlosti po již existujícím metalickém nebo optickém vedení. Obrovskou výhodou je vysoká stabilita a dostupná rychlost, minimální možnost rušení nebo výpadku spojení a v neposlední řadě také výborné odezvy. Odpadá také nutnost někdy obtížně dosažitelné přímě viditelnosti. Nevýhodou bývá nedokonalé konkurenční prostředí, jenž cenově zpřístupňuje službu jen mezi městy o více než cca 15.000 obyvatelích.

4.3 Laserová pojítka

Tuto alternativu uvádím spíše pro kompletnost výčtu než jako reálně použitelnou možnost. Jedná se o speciální odnož bezdrátového přenosu dat operující pomocí laserového paprsku. Její silnou stránkou je schopnost přenést data o rychlosti až 100Mbit/s absolutně bez projevů vlivů rušivého elektromagnetického pole v okolí. Nevýhod je však hned několik: jednak nízký dosah – 1000m není ve srovnání s ostatními technologiemi příliš oslnivé číslo. Druhým problémem mohou být projevy počasí jako např. hustá mlha, sněžení, déšť nebo dokonce i poletující listí. Laserové světlo si totiž kvůli své nízké vlnové délce nedokáže s těmito překážkami poradit a může tak dojít k úplnému přerušení spojení. Poslední (a nejspíše největší) překážkou pro rozšíření technologie je její vysoká cena. V hladině 250.000Kč za jednu stanicí se dá najít velké množství spolehlivějších a výkonnějších řešení.

5 Návrh řešení

Pro splnění cíle je tedy nutné nejprve zvolit vhodnou lokalitu, která nejlépe splní požadavky firmy. V další fázi je potřeba navrhnout optimální způsob přivedení konektivity do centrálního bodu v obci, z něhož bude rozváděna dále ke spotřebitelům. Sestavení jejich kompletního seznamu a cenové nabídky pro ně bude následujícím krokem, nezbytným pro návrh ideálního rozvedení signálu v obci. Jako poslední je třeba vzít v úvahu fyzické umístění koncových počítačů (přípojek) a navrhnout řešení právě ono přivedení konektivity až k nim.

5.1 Výběr vhodné oblasti

Bruntálsko je chudý region s vysokou mírou nezaměstnanosti. Hlavně díky odchodu mladých a schopných lidí do velkých měst za studiem a posléze za prací jeho populace stárne (a tím samozřejmě klesá i produktivita). To má za následek nechut' investorů se touto lokalitou vůbec zabývat, neboť správně tuší, že pro své pobočky by jen těžko sháněli kvalifikované pracovníky. Samotné město Bruntál je z tohoto hlediska ještě v relativně dobré situaci, avšak okolní obce a menší města (berme okruh nad cca 15 km od města) tímto nedostatkem silně trpí. Výsledkem je znatelně nižší kupní síla místního obyvatelstva a je tak třeba počítat s faktem, že natolik „zbytečnou“ věc, jako je osobní počítač, nebude mít tolik domácností, jako je zvykem na jiných místech v Česku. Podle toho je potřeba nastavit podmínky na ekonomickou situaci cílové oblasti.

Z použitelných technologií pro přivedení signálu do hlavního uzlu v obci firma zvolila bezdrátové spojení, konkrétně buď WiFi pásmo 5GHz s nejlepším poměrem cena / výkon, nebo v krajním případě FWA. Ta je k dispozici od současného dodavatele konektivity na vysílači Praděd, jež je viditelný z velké části okresu. Přibyla by tak ale nutnost placení nemalého měsíčního pronájmu za pozici na Pradědu a proto firma zvolí tuto variantu jen v případě mimořádně lukrativní lokality, u níž nebude jiná možnost.

Využití ostatních možností nepřichází pro firmu v úvahu hlavně kvůli vysokým nárokům – ať už jsou to technické požadavky u budování vlastního optického okruhu (a

v neposlední řadě také pořizovací cena hrubě přesahující zamýšlenou investici) nebo nesmyslně vysoká měsíční cena pronájmu okruhu na již existujícím vedení ze strany telefonního operátora.

5.1.1 Vytipování vhodných lokalit

Hledáme tak město nebo větší vesnici s co největší kupní silou. Minimální počet trvale žijících obyvatel je tisíc - to znamená cca 300 domácností. Pokud bude mít počítač každá třetí (je potřeba počítat s nízkou počítačovou gramotností populace), dostáváme se na zhruba 100 potenciálních zákazníků. Při rozhodnutí firmy investovat do projektu maximálně 250 tisíc Kč a při příjmu 400 Kč měsíčně za každého klienta by v ideálním případě byla návratnost celého záměru byla pět měsíců. Počítáme ale s faktem, že se nepodaří připojit všechny klienty během jediného měsíce a také že ne všichni projeví zájem o připojení hned od začátku.

V následujícím seznamu jsem porovnal dvacet kandidátních měst a obcí, které by svou velikostí a vzdáleností od Bruntálu odpovídaly požadavkům. Tyto jsem pak porovnal i z pohledu dalších parametrů – ať už to byla ekonomická síla, míra turistického ruchu anebo uspořádání domů v obci.

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1) <i>Staré Město u Bruntálu</i> | 10) <i>Břidličná + Velká Štáhle</i> |
| 2) <i>Moravskoslezský Kočov</i> | 11) <i>Lomnice</i> |
| 3) <i>Světlá Hora</i> | 12) <i>Dětřichov nad Bystřicí</i> |
| 4) <i>Andělská Hora</i> | 13) <i>Moravský Beroun</i> |
| 5) <i>Rudná pod Pradědem</i> | 14) <i>Horní Benešov</i> |
| 6) <i>Vrbno pod Pradědem</i> | 15) <i>Lichnov, Zátor, Brantice</i> |
| 7) <i>Karlova Studánka</i> | 16) <i>Nové Heřmínovy</i> |
| 8) <i>Malá Morávka</i> | 17) <i>Široká Niva</i> |
| 9) <i>Rýmařov</i> | 18) <i>Karlovice</i> |

5.1.2 Popis lokalit

Podívejme se nyní na jednotlivé obce trochu konkrétněji:

Staré Město – v podstatě předměstí samotného Bruntálu. Jeho velkou výhodou je přímá viditelnost z Bruntálu do velké části obce a dále pak výborná dostupnost. Jako protiargument ale hraje fakt, že je dost členité a už zde působí největší konkurence z Bruntálu – firma BaronPC. Nízký počet obyvatel nestojí za otevřený boj na dalším poli a s ním spojené zbytečné náklady.

Moravskoslezský Kočov – vesnice, která má pořád výbornou dostupnost. Je sice menší než Staré Město, ale zato bez působení konkurence. Vyšší členitost obce by řešila budova místního síla, ze které by bylo možno pokrýt cca 75% obyvatelstva. Avšak dostat konektivitu na toto sílo znamená vybudovat retranslační bod, neboť přímé viditelnosti do Bruntálu zabraňuje tzv. Uhlířský vrch. Po orientačním průzkumu dvou bodů vhodných pro tento účel a zjišťování obchodních podmínek jsem došel k závěru, že obec neskrývá takový potenciál, aby byla z tohoto pohledu lukrativní.

Světlá Hora – ta už působí zajímavěji. 1500 obyvatel, mj. i malé sídliště panelových domů, nulová konkurence, přijatelná dostupnost. Také co se týče firem, získává Světlá Hora kladné body. Někteří členové místního obecního zastupitelstva byli nadšeni záměrem firmy a nabídli maximální možnou pomoc. Obrovským nedostatkem obce je ale chybějící viditelnost do Bruntálu. Byla by tedy zapotřebí retranslace.

Andělská Hora – sousední vesnice Světlé Hory vzdálená asi kilometr. Je o poznání menší, členitější a působí zde konkurence (sice slabá, ale přesto konkurence). Ta by prvních několik týdnů mohla komplikovat vytvoření a udržení pohodlného monopolu v obci. Andělská Hora má ale obrovskou výhodu – je na kopci a disponuje viditelností do Bruntálu i do Světlé Hory. V kombinaci s ní by tak mohla vytvořit dostatečně velký a příznivý (resp. prázdný) trh.

Rudná pod Pradědem – viditelnost do Bruntálu je sice vyhovující a konkurence žádná, avšak pomyslný poměr počtu obyvatel a míry členitosti obce jasně říká, že toto správná volba není. Návratnost investice by byla neúnosně dlouhá.

Vrbno pod Pradědem – žhavý kandidát. Vysoký počet obyvatel, sice existující konkurence, ale s nekvalitními a drahými službami. Dobré uspořádání obce s několika místy jak stvořenými pro umístění Access pointu. Tři velké firmy a asi dvě desítky menších a v neposlední řadě turistický ruch. S dostupností je to horší (hlavně v zimě) a jako největší překážka se mi jeví nutnost využití Pradědu. Každopádně základním výběrem Vrbno rozhodně prošlo.

Karlova Studánka – její největší kvalitou je z našeho hlediska jednoznačně velice silný turistický ruch. V obci je více ubytoven a hotelů než rodinných domů místních usedlíků. Spolu s nulovou konkurencí a ještě akceptovatelnou členitostí se toto lázeňské centrum zdá být i přes horší fyzickou dostupnost vhodným kandidátem. Nutnost využití Pradědu je tak komplikací jedinou, avšak zato natolik významnou, že ji nemá co vyvážit a obec se tak dostává mimo zorné pole našeho zájmu.

Malá Morávka – vyhlášené lyžařské centrum. Opět obrovský turistický potenciál; navíc ještě posílený několika panelovými bytovými jednotkami. Silně problematická je však geografická situace v obci (leží už opravdu v horách) a opět nutnost využití Pradědu.

Při sečtení všech potenciálních klientů a oblastí připojitelných právě na Praděd se logicky objeví myšlenka, proč si tedy přece jen tu jednu pozici nezaplatit; jsou to přece všechno tak lukrativní lokality. Problém je na straně dodavatele – pronajaté zařízení smí být pouze úzce směrové – tedy jedna anténa směřuje na jedno místo. Malá Morávka tedy nemá potenciál natolik silný, aby uspokojivě vyvážil všechna negativa.

Rýmařov – jednoznačně největší ze všech kandidátů. Dostatečné množství obyvatel, panelových domů, středních i velkých firem, ale také školy, knihovna, úřady... Výborný trh podpořený částečně i nezanedbatelným turistickým ruchem a umocněný takřka dokonalou geografickou situací uvnitř města. To totiž leží v plochem údolí a jediné skutečné kopce jsou ty okolo. Stačí tedy vybudovat dva body „v rozích“ diagonálně proti sobě a je pokryto 95% obyvatel. Bohužel jsem nebyl první, kdo si toho všiml a ve městě už hoří lýtý konkurenční boj - malá místní firma pracující hlavně „hlavou“ (malé prostředky, ale o to větší úsilí a lepší know-how) bojuje proti

společnosti s daleko silnějším kapitálovým zajištěním, která radši využívá „hrubou sílu financí“.

Břidličná + Velká Štáhle – Velká Štáhle je již v podstatě součástí Břidličné, uvádím je tedy takto pospolu. V samotné Břidličné je jeden skutečně gigantický závod na zpracování hliníku a jiných kovů (kdysi známý pod názvem Kovohutě Břidličná, nyní Al Invest) a dvě velká sídliště – jedno složené z několika klasických osmipatrových panelových domů, druhé pak obsahuje hlavně menší čtyřpatrové bytové jednotky. Připočtu-li ještě fakt, že areál Kovohutí i obě sídliště mají mezi sebou navzájem přímou viditelnost, dostáváme opět takřka ideální situaci. Avšak i v tomto případě jsme přišli poněkud pozdě a trh je již de facto zaplněn.

Lomnice – tuto obec uvádím spíše pro pořádek; z našeho hlediska nemá nic, co by ji zvýhodňovalo před ostatními kandidáty. Kromě toho, že má malý počet obyvatel, je i její rozložení silně nevyhovující (přes 4 km domů kolem silnice) a ani viditelnost není zrovna dobrá.

Dětrichov nad Bystřicí – podobný případ jako Lomnice. Má sice několik bytových domů, dokonce i pár ulic mimo hlavní cestu, avšak zato nulovou viditelnost a polohu v údolí za zalesněným kopcem. Jen náklady na přivedení konektivity na jediné místo v obci by daleko převyšovaly horní hranici zamýšlené částky pro investici a rentabilita se zdá být velmi špatná.

Moravský Beroun – malé město těsně za hranicí přípustné vzdálenosti od Bruntálu. Tři tisícovky obyvatel nevyváží špatnou ekonomickou situaci města, problematické umístění a rozložení jedné z jeho částí a hlavně nulovou viditelnost. Město je opět uvedeno spíše pro kompletnost výčtu, aby bylo zřejmé, že jsem se věnoval všem relevantním kandidátům.

Horní Benešov – má jednu specifickou vlastnost: téměř celý leží na západním svahu jediného kopce. To by umožňovalo podobné řešení, jako bylo to v Rýmařově – pokrytí dvěma body. Jen nově postavená čtvrť rodinných domů je za horizontem kopce a jejich pokrytí by bylo zapotřebí zajistit až dodatečně. Dostatečný počet obyvatel spolu s přítomností jedné velké firmy a několika malých by v normální situaci zajišťoval

pohodlný zdroj příjmů, a tak by se dal překonat i fakt, že konektivitu do města by bylo potřeba dostat buď z Pradědu (který je však vzdálen cca 40 km vzdušnou čarou – tedy na hranici přípustnosti) nebo přes dva retranslační body.

Avšak stejně jako v Rýmařově jsem nebyl první, kdo si toho všiml. Jako první město obsadil jeden z bruntálských poskytovatelů – BaronPC. Jeho nízké úsilí a snaha šetřit za každou cenu ale vedla k tomu, že se pro něj Benešov stal spíše noční můrou, než zdrojem snadných příjmů. Situace došla dokonce tak daleko, že proběhl prodej celé klientely i hardwaru opavské firmě, která následně investovala do vybudování optického okruhu po městě, přivedení konektivity z Opavy se jí podařilo zařídit taktéž po kabelovém vedení (tentokrát O2) a tak současných cca 250 klientů nemá důvod měnit poskytovatele.

Lichnov, Zátor, Brantice – tři vesnice vedle silnice z Bruntálu na pětadvacetitisícový Krnov. Každá zvlášť by pro připojení nebyla nijak extra lukrativní, avšak při současném pokrytí všech třech se podmínky najednou rapidně mění. Technicky by toto „spojení“ řešila budova nádraží Českých drah na kopci nad Branticemi, z jejíž střechy je dobře viditelná velká část každé z obcí. Reálné působení konkurence je až na místní amatérské spolky nulové (ačkoliv někteří z poskytovatelů působících na agresivním trhu v nedalekém Krnově na svých stránkách pokrytí obce proklamují) a nepříznivé rozmístění obytných domů v obci řeší právě pokrytí všech tří najednou. Bude ale zapotřebí najít retranslační bod pro spojení nádraží s Bruntálem.

Nové Heřmínovy – malá víska kolem silnice Bruntál – Krnov. Vzhledem k tomu, že v ní najdeme více chatařů a chalupářů než stálých obyvatel, ztrácí tak z našeho pohledu na atraktivnosti. Připočteme-li ještě fakt, že leží v údolí se zalesněnými svahy a několika velkými zatáčkami, stává se pro nás prakticky nepoužitelnou.

Široká Niva – podobný případ jako Nové Heřmínovy. Hustě zalesněná oblast ve svém srdci ukrývá skupinu domků rozestých podél klikaté cesty. Velké množství z nich jsou navíc opět jen víkendová sídla. Čili i tuto obec zamítáme.

Karlovice – poslední z hodnocených kandidátů. Leží pár stovek metrů od výše popisovaného Vrbna a při troše štěstí by se daly najít i dva body vhodné pro jejich vzájemné propojení. Avšak primárně Karlovice pokrývat určitě nebudeme, jsou totiž v tak špatné pozici, že neexistuje viditelnost na Praděd ani do Bruntálu (a to ani s retranslací). Jediná možnost, jak začít nabízet služby i tady, je tedy prosadit se ve Vrbně a odtud se rozšířit i do Karlovic. Ponechme je prozatím ve skupině úspěšných absolventů prvního kola výběru, avšak pouze společně s Vrbnem.

V tuto chvíli tak máme seznam zredukovaný z osmnácti kandidátů na devět, kteří jsou podle geografické polohy rozdělení do čtyř skupin:

Rýmařov, Břidličná, Velká Štáhle – jednoznačně největší trh (dohromady přesahující 13.000 obyvatel, mnoho velkých firem, desítky malých, školy, knihovny, úřady...), ale také největší konkurence. Pro připojení obou je nutná retranslace vybudovaná na bruntálském silu.

Ohledně působení konkurence se mi podařilo zjistit několik zajímavých faktů. Ještě před dvěma roky byla situace na rýmařovském trhu s internetem natolik žalostná, že i ve srovnání s Bruntálem (a jeho tehdejší situací) měli místní k dispozici naprosto nevyhovující služby. Nízké rychlosti, obrovské agregace (i 1:50!), časté výpadky... Pak se ale věci začaly dramaticky měnit. V tu dobu totiž začala své služby nabízet malá místní firma a měla takové úspěchy, že to v jednu chvíli vypadalo, že se jí podaří současného poskytovatele zcela vytlačit a nastolit svůj monopol. Ohrožená společnost se ale v poslední chvíli vzpamatovala a začala konat neméně razantně. Tehdy rozpoutaný boj trvá dodnes a je stále velmi ostrý. Stěží zde už najdete větší dům nebo firmu, která by připojení jednoho z rivalů nevyužívala. Trh je již takřka zcela zaplněn a konkurenční boj se čím dál tím víc soustřeďuje spíše už jen na „přetahování“ klientů toho druhého. Navíc mohou uživatelé nedůvěřující WiFi zvolit technologii ADSL.

Rozhodně se tak nebavíme o lokalitě, která by mohla být bez problémů snadným zdrojem příjmů. Prosazení se na trhu, kde je klientela de facto spokojená a jen vyčkává, s čím se poskytovatelé „předvedou“ tentokrát, by bylo nesmírně obtížné a hlavně by trvalo dlouho. Investované prostředky by se daly lépe využít snad i v samotném

Bruntále. Jako perspektivnější mi připadá případné navázání částečné spolupráce s místním poskytovatelem. To ale až jako teoretická možnost pro budoucí úvahy.

Vrbno, Karlovice – velký trh, slabá konkurence, ale špatná dostupnost a hlavně nutnost využití Pradědu. Ani po několika jednáních s dodavatelem konektivity a mé urputné snaze snížit cenu za pronájem prostoru na Pradědu se mi nepodařilo ho přimět k přijatelné nabídce. Dle slov jeho obchodního zástupce by bylo možné cenu snížit na mnou požadovanou úroveň při odběru konektivity minimálně dvaapůlkrát vyšším, než jaký má firma v současnosti. Vzhledem k tomu, že navyšování neplánovala ani při připojení oné požadované stovky klientů, byly by to vyhozené peníze. A to nemluvím o nutnosti odebrání druhého (odděleného a tudíž dražšího) bloku konektivity a úplně novém rozsahu veřejných IP adres.

Vrbno s Karlovicemi tak zůstávají záležitostí každopádně otevřenou, nicméně v tuto chvíli určitě odloženou.

Lichnov, Zátor, Brantice – malý trh, kupodivu minimální konkurence. Nutná retranslace z bruntálského síla. Při bližším zjišťování okolností a podmínek pro připojení jsem nedokázal získat svolení mobilního operátora pro využití konstrukce na střeše nádraží. Tím pádem není možnost signál do obce dostat.

Světlá Hora, Andělská Hora – nejmenší trh, takřka bez konkurence, avšak jen se špatnou viditelností. Navíc Andělská Hora má poněkud nešťastné vnitřní uspořádání v obci a bez výskytu bytových jednotek. Do Světlé Hory bude každopádně nutná retranslace. Jako vhodné místo se nabízí konstrukce lyžařského vleku na sjezdovce na nedalekém Anenském vrchu. Viditelnost do Bruntálu i obou obcí je výborná, dodávka elektrické energie byla zajištěna už dříve pro napájení osvětlení sjezdovky. Majitel vyžaduje protislužbu formou snímání areálu online kamerou umístěnou na konstrukci.

5.1.3 Zhodnocení kandidátů

Všechny výše uvedené údaje jsem seřadil do tabulky a porovnal relevantní parametry. V tabulce jsou uvedeny tyto parametry:

- **Vzdálenost** – zaokrouhlená na celé km. Je měřena vzdušnou čarou jednak pro zjištění délky potřebného bezdrátového spoje a orientačně i kvůli fyzické dostupnosti.
- **Viditelnost** – přímá viditelnost z hlavního uzlu v Bruntále na libovolnou budovu v obci. Hodnocení „P“ znamená, že jediná možnost připojení je přes Praděd (vysvětleno výše). Hvězdička znamená nutnost vybudování retranslačního bodu (čili přímá viditelnost nebyla nalezena, avšak existuje bod, který vidí i do obce i do Bruntálu a je tedy možnost použít ho jako spojovací bod).
- **Obyvatel** – celkový počet obyvatel trvale žijících v obci.
- **V prod. věku** – počet obyvatel v produktivním věku trvale žijících v obci. Tento údaj je spíše doplňující, avšak svým způsobem i on něco vypovídá o charakteru populace v obci.
- **Prům. věk** – průměrný věk všech obyvatel v obci zaokrouhlený na celá čísla. Opět spíše doplňkový údaj.
- **Turistika** – ohodnocení turistické oblíbenosti obce. S tou samozřejmě souvisí její ekonomická síla a lukrativnost pro pokrytí nabídkou služeb
- **Konkurence** – působení místních i cizích poskytovatelů s ohledem na jejich nabídku, ekonomickou sílu, rozvinutost a míru profesionality.
- **Uspořádání** – vnitřní struktura obce. Byly zahrnuty faktory jako členitost terénu, množství stromů zabraňujících přímé viditelnosti, poměr panelových bytových a rodinných domů a nepoměr délky a šířky obce – vesnice bývají často jen dvě řady domů kolem hlavní silnice v délce i několika km; takové lokality jsou pro plánovaný účel špatně použitelné.
- **Potenciál** – ekonomická síla populace v obci. Je zde zahrnuta například přítomnost firem v obci. Ty totiž často žádají vysoký standard internetových služeb a jsou ochotny za něj patřičně zaplatit. Navíc pokud v obci působí prosperující firma, která zaměstnává velké množství místních obyvatel, roste jejich kupní síla a pro MX-NET

tak i atraktivnost trhu. Nemá cenu zabývat se srovnáváním každého živnostníka; zaměřil jsem se na větší a obecně známé podniky.

Viditelnost, turistika, konkurence, uspořádání a potenciál jsou vlastnosti subjektivně známkované tak jako ve škole (1 – nejlepší, 5 – nejhorší). Kandidáti, kteří i nadále přicházejí v úvahu, byli zvýrazněni tučným písmem. U těch, kteří výběrem neprošli, je problematický parametr zvýrazněn červenou barvou.

Obec	vzdálenost	viditelnost	obyvatel	v prod. věku	prům. věk	turistika	konkurence	uspořádání	Potenciál
Staré Město u Bruntálu	2km	1	770	470	36	5	3	3	3
Moravskoslezský Kočov	4km	3*	475	330	33	5	1	4	5
Světlá Hora	8km	3*	1499	990	37	3	1	2	2
Andělská Hora	9km	2	422	280	35	3	2	3	3
Rudná pod Pradědem	7km	2	386	268	33	3	1	5	5
Vrbno pod Pradědem	15km	P	6429	4172	35	2	2	2	1
Karlova Studánka	15km	P	240	184	32	1	1	3	1
Malá Morávka	10km	P	773	332	36	1	1	4	1
Rýmařov	15km	3*	9318	6069	35	3	4	1	1
Břidličná + Velká Štáhle	10km	3*	4233	2676	33	4	4	1	1
Lomnice	12km	4	535	363	36	4	1	4	4
Dětrichov nad Bystřicí	17km	5	499	298	37	4	1	4	4
Moravský Beroun	21km	5	3527	2194	33	4	3	3	3
Horní Benešov	9km	3*	2513	1583	34	2	5	2	2
Lichnov	11km	3*	1093	668	33	4	1	4	4
Zátor	10km	3*	1106	716	34	4	2	4	3
Brantice	13km	3*	1173	706	37	5	2	4	4
Nové Heřmínovy	6km	4	254	154	40	4	1	4	5
Široká Niva	8km	5	590	380	36	4	1	4	5
Karlovice	12km	5	1113	680	36	3	1	2	3

5.1.4 Návrh nejvhodnější lokality

Po zvážení všech možností byla jako nejvhodnější lokalita zvolena právě Světlá Hora a Andělská Hora. Velikost trhu zde sice zdaleka nedosahuje hodnot jako u ostatních variant, ale zato se firma nebude muset potýkat s působením konkurence. Je potřeba vzít v úvahu fakt, že tento investiční záměr je prvním počinem firmy

podobného typu i rozsahu a bylo by nerozumné riskovat neúspěch způsobený téměř jistým zásahem konkurenčních společností v prvních, klíčových fázích projektu.

Navíc zvláště Světlá Hora disponuje poměrně vysokým potenciálem a i uspořádání domů v ní je velmi dobré. Přivedení konektivity bude sice znamenat problém, nikoliv však neřešitelný. Obě obce jsou poměrně dobře dostupné i přes zimu. Příznivě působí i podpora nabídnutá ze strany obecních úřadů.

5.2 Návrh cenové nabídky

Z výsledků mého průzkumu poptávky v obci plyne zhruba toto: podařilo se mi narazit na dostatečně velký prázdný trh prahnoucí po připojení k internetu. V současnosti drtivá většina uživatelů tuto službu k dispozici nemá, což potvrzuje mé předchozí domněnky o neexistenci konkurence. Cenu za zřízení u bytových domů bude potřeba udržet pod hranicí dvou tisíc korun; zároveň však lze předpokládat příjem ze záloh ve výši až 1.200Kč za klienta. To platí ale jen za situace, že se firmě povede racionálně (a pro klienta přijatelně) určit termín dokončení instalace. Stejně jako samotná rychlost připojení bude pro klienty důležitá kvalita a stabilita spojení a trvale nízké odezvy (zejména kvůli hraní her a hlasové i obrazové komunikaci). Veřejná IP adresa je zde pro málokoho důležitým parametrem, nicméně jelikož je celá stávající síť MX-NET „veřejná“ (usnadňuje to správu), je celkem pravděpodobné, že stejné rozhodnutí padne i zde.

Po konzultaci s pracovníky firmy navrhuji tuto strategii: s každým klientem, bez ohledu na to, zda bydlí v panelovém nebo rodinném domě, bude sepsán závazný zakázkový list objasňující průběh připojení. Bude vybrána záloha ve výši 1.150Kč a termín dokončení zakázky 30 dní od jejího zaplacení. Tato částka má za úkol zajistit stálost poptávky a zároveň ulehčit celkovému rozpočtu investice. Po připojení doplatí klient při podpisu smlouvy zbytek částky. V panelových domech bude doplatek činit 450Kč, v rodinných podle aktuálně použitého hardwaru. Každý klient také při podpisu zaplatí jednorázově vratnou zálohu (kauci) ve výši jednoho měsíčního paušálu pro zajištění platební morálky.

Jako tarif byla zvolena rychlost 768kbit/s v agregaci 1:4 s jednou veřejnou IP adresou za cenu 400Kč měsíčně a 1536kbit/s se stejnou agregací a dvěma veřejnými IP adresami za 600Kč měsíčně. Druhý tarif bude dostupný pouze ve vchodech připojených k uzlům s přívodem konektivity na pásmu 5GHz a pomocí ethernetu.

Oba tarify zahrnují časově i datově neomezené připojení bez využití různých časových pásem v průběhu dne nebo týdne. Nelze očekávat, že někdo z klientů, kteří dosud internet doma takřka nevyužívali, bude zpočátku požadovat vyšší z obou tarifů. Proto proběhnou konečné kalkulace s předpokladem, že všichni zájemci budou požadovat nižší tarif.

Případné linky o neagregované, vyhrazené rychlosti budou řešeny s každým zájemcem individuálně. Spoje budou budovány tak, aby měly i při plném vytížení kapacitní rezervu minimálně 30% a aby také umožňovaly co nejjednodušší a nejlevnější upgrade v případě potřeby.

Ze Světlé Hory projevilo o připojení zájem 106 klientů (z toho 78 v panelových domech, 28 v rodinných). V Andělské Hoře jsem poptávku nezaznamenal (překážkou byla vysoká pořizovací cena). S těmito údaji se dal nakonec sestavit i odhad ceny pro jednotlivce. Hrubě odhadované náklady byly 60.000Kč na přivedení konektivity do obce (včetně hlavního uzlu přímo v obci), 40.000 Kč na bezdrátové spoje v obci a 50.000 Kč na kabelové spoje. Vše je počítáno včetně práce a s 15%ní rezervou. Dostáváme se tak teoreticky na částku 150.000 Kč. Po vydělení 106 klienty získáme cenu připojení každého z nich – lehce přes 1.400 Kč.

5.3 Přivedení konektivity

Nyní se pokusím sestavit dva směrové spoje na technologii MikroTik – jeden povede z Bruntálu na Anenský vrch (cca 11,8 km), druhý pak z Anenského vrchu dolů, do Světlé Hory (cca 3 km). Oba dva spoje využijí pásmo 5GHz.

5.3.1 Spoj 1: Bruntál – Anenský vrch

Strana Bruntál – výhodou je fakt, že spoj bude realizován přímo z centrálního bodu v Bruntále; tedy z místa, kde má firma vyvedenou konektivitu od dodavatele a kde již má hardware i stožár. Tím hardwarem mám na mysli mj. i hlavní router s operačním systémem RouterOS. V jeho útrobách se v současnosti skrývá pět karet miniPCI

formátu, konkrétně Atheros AR5213 zasazených do PCI v.2.2 slotu v motherboardu počítače pomocí miniPCI – PCI redukce. Problém nedostatku volných PCI slotů v desce lze vyřešit nákupem tzv. „čtyřredukce“ – PCI karty, kterou je možno osadit až čtyřmi miniPCI kartami. „Minipigtail“ spojující výstupní konektor karty Atheros s anténním konektorem na PCI kartě a dále 7 metrů dlouhý pigtail, jež zprostředkovává spojení mezi tímto konektorem a anténou samotnou, je samozřejmostí. Jako anténa bude použit půlmetrový talíř firmy WaveAnt se ziskem 27 dBi. Má dostatečný výkon, je cenově přijatelný a výrobky této společnosti opět firma již hojně využívá s maximální spokojeností. Tím je tedy nejjednodušší úsek celé nové trasy hotov.

Strana Anenský vrch – jako platformu bude využito zařízení MikroTik RouterBoard RB532. Má nízkou spotřebu elektrické energie, kompaktní rozměry (srovnatelné přibližně se dvěma IDE optickými mechanikami na sobě) a se svým výkonem dokáže bez problému řídit provoz až do objemu 8Mbit/s. Tři ethernetové sloty a dvě pozice pro miniPCI karty by měly pro plánované účely také plně postačovat. Osazeny budou opět kartami Atheros AR5213. Jako anténa směrem na Bruntál bude sloužit opět WaveAnt 27dBi. Vzhledem k možným výpadkům elektrické energie by bylo vhodné použít i záložní zdroj APC Back-UPS RS 800VA. Měl by teoreticky při maximálním odběru udržet celý systém v provozu více než 48 hodin. Obě zařízení budou uzavřena v uzamykatelném ocelovém boxu splňující podmínky krytí IP 55 (pro běžné venkovní použití), který bude spolu se stožárem pro antény upevněn ke konstrukci vleku pomocí speciální, na míru vyrobené báze.

Velikost stožáru i boxu firma volí tak, aby poskytovaly dostatečný prostor na pozdější možné vylepšení. S největší pravděpodobností půjde o přebudování obou spojů na tzv. full-duplex režim (což v praxi znamená vybudování dvou paralelních spojů místo jednoho; jeden bude data přenášet jedním směrem, druhý pak druhým – rychlost přenosu vzroste paradoxně na cca 2,5 násobek). To by obnášelo nutnost umístění výkonnějšího počítače (nejspíš již přímo klasického PC) a přidání druhé antény na každý spoj.

Případné vibrace způsobené přes zimu provozem vleku a celoročně např. silným větrem by měly být eliminovány podložkami z tvrzené pryže, jimiž se vypodloží

všechna kontaktní místa konstrukce vleku a báze. Nezbytnou kabeláž (pro napájení el. energií, minipigtaily, pigtaily...) беру opět jako samozřejmost.

5.3.2 Spoj 2: Anenský vrch – hlavní uzel v obci

Strana Anenský vrch

O druhé kartě Atheros jsem se již zmiňoval výše; v tuto chvíli je potřeba už jen přidat vhodnou anténu. Tentokrát bohatě postačí WaveAnt. 24 dBi

Strana Světlá Hora

Přívodním místem je dům s číslem popisné 378, dále tedy bude označován jako SH378; ostatní domy označím analogicky.

SH378 bude hlavní uzel pro všechny klienty z obce. Jeho zvolení předcházeli pečlivý průzkum všech relevantních lokalit (dle dříve zhotovené mapy bydlíšť zájemců) z hlediska vzájemné viditelnosti, dostupnosti nebo třeba dodávky elektrické energie. Nakonec se mi podařilo zajistit celou servisní místnost na střeše domu i s dodávkou elektrické energie. Dům je navíc umístěn v rohu jediného panelového sídliště v obci (15 vchodů po 4 patrech) a zároveň de facto i v rohu celé obce (až na několik rodinných domků), což pro firmu znamená i v tom nejhorším případě nutnost pokrývat „jen“ rádius o velikosti 180°.

Zde umístíme klasické IBM PC (přibližně 2GHz procesor a 256MB operační paměti) se systémem RouterOS, jež bude řídit a usměrňovat (routovat) provoz každého klienta, obstarávat ethernetový provoz z místního sídliště a starat se o spoj s Annabergem (realizovaný opět pomocí Atheros AR5213 v redukci do PCI a WaveAnt. 24 dBi). Vzhledem k tomu, že v tomto případě bude veškerý hardware „pod střechou“, stačí box pro vnitřní použití.

5.4 Rozvod konektivity

Z hlavního bodu je potřeba signál dovést až k jednotlivým spotřebitelům, a to jak kabelem, tak i bezdrátovou technologií. Toto je návrh důležitých bodů a jejich propojení. Nejvhodnější strukturou sítě je jednoznačně stromová topologie usnadňující

údržbu a minimalizující následky případných výpadků. Díky tomu ale může po některých trasách vést více vodičů. Vytvořil jsem tedy schéma zobrazující faktické propojení jednotlivých zařízení (na úrovni switchů) i nákres skutečného vedení na mapě.

5.4.1 SH378

Kromě zmiňovaného počítače a záložního zdroje (viz Anenský vrch) bude v boxu ještě jedno zařízení – RouterBoard RB112 se dvěma Atheros kartami obstarávajícími dvě sektorové antény; každou na jednom WiFi pásmu.. Menší z nich (90°) poběží na 5GHz, ta větší (180°) pak na 2,4 GHz.

5.4.2 Spoje z Access pointu SH378

5GHz anténu je třeba namířit na skupinu bytových domů (SH347), které od SH378 dělí hlavní silnice a i kvůli velké vzdálenosti by nebylo vhodné použít kabelový spoj (viz níže). Zároveň tím dojde i k pokrytí SH365. Sektorovou anténu pak namíříme tak, aby pokryla celou rovinu oblasti s menší koncentrací klientů.



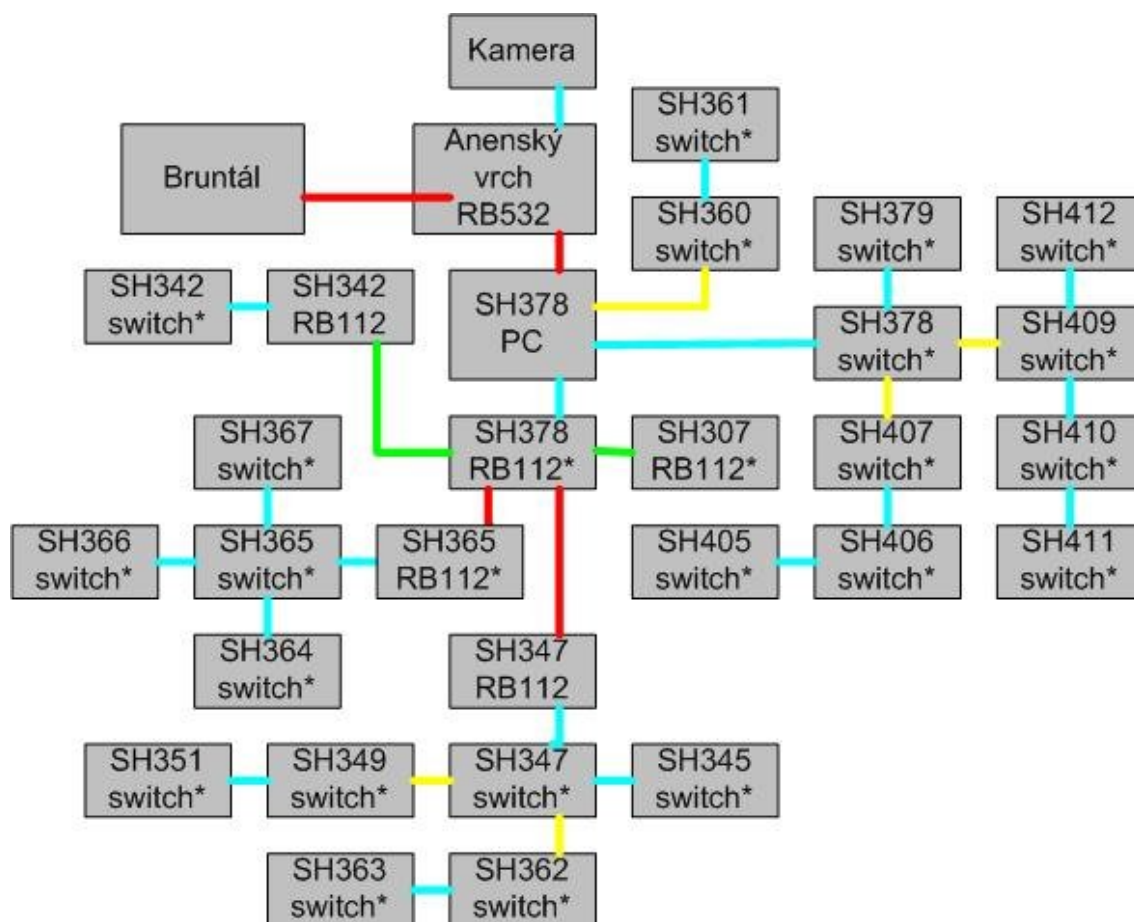
(Rozvod konektivity v obci. Modrou barvou jsou značeny ethernetové spoje mezi vchody jednotlivých domů, žlutě optické „prověsy“ mezi budovami, zeleně spoje na 2,4GHz, červeně pak pásmo 5GHz. Šipka směřující na severoseverozápad je spojením přivádějícím konektivitu do obce z Anenského vrchu. Na opačnou stranu je pak orientován cca kilometrový 2,4GHz spoj do oblasti s četnými rodinnými domy (SH307). „Klobouček“ v severozápadní části sítě značí sektorovou anténu (SH364) i s vyznačením roviny vyzařování. Jí pokrytí klienti nejsou v obrázku zaznačeni.)

5.4.3 Klientské strany na 5GHz: SH347 a SH364

Na druhém konci jednoho 5GHz spoje (SH347) bude umístěn opět Mikrotik RouterBoard RB112 a jeden switch v ocelovém boxu pro vnitřní použití. Jako anténa na klientskou stranu spoje je ideální PAR24-PRO. Druhý spoj přivede signál až na SH364, které díky své výhodné poloze poslouží jako Access point pro velké množství rodinných domků v této části obce. MikroTik RouterBoard RB112 se dvěma kartami Atheros (jedna na 2,4GHz, druhá na 5GHz) představuje ideální řešení. Doplní je PAR24-PRO a sektorová anténa pokrývající rádius 180°.

5.4.4 Klientská strana na 2,4GHz: SH307

Posledním přístupovým bodem s všesměrovou anténou je rodinný dům (SH307). Je to jediné použitelné místo v lokalitě s mnoha rodinnými domky, ale bohužel taky několika nevhodně umístěnými stromy. Opět bude použit RouterBoard RB112 se dvěma kartami – jedna v režimu klient s anténou Pacific Wireless PW19 namířenou na sektorovou anténu na SH378, druhá poslouží spolu s všesměrovou anténou jako Access point.



LEGENDA

- 5GHz
- 2,4GHz
- ethernet mezi vchody
- optika mezi domy – „prověš“

* Na zařízení jsou připojeni koncoví klienti

(Schéma zapojení jednotlivých prvků v síti)

5.4.5 Kabelové propojení na sídlištích

Spoje na sídlišti budou řešeny kabelem. Vzhledem k nízkým vzdálenostem a vysokým nárokům na přenos dat (mnoho klientů v každé budově) to je de facto jediná možnost. V praxi využití vypadá tak, že mezi dvě skoby navrtané na každou ze spojovaných budov se napne speciální chránička obsahující multimode optický kabel a

na oba konce kabelu se připojí konvertor. Z něj povede jediný TP kabel přímo do lokální větve sítě. Při spojování dvou a více vchodů v téže budově bude využito vzájemně propojených sklepních prostor. Samotné rozvody v jednotlivých vchodech mohou být řešeny stejně jako v bruntálských domech tohoto typu – box do interiéru a v něm switch spojující přívodní kabel, vedení k jednotlivým koncovým zákazníkům a případně i kabel do vedlejšího vchodu.

Čirou náhodou jsem se při konzultaci tohoto problému s místním revizním technikem v oblasti elektroinstalací dozvěděl o zajímavé komplikaci: díky tomu, že Světlá Hora spolu s Andělskou Horou leží na samém konci jedné z větví vysokonapěťové sítě rozvodů elektrické energie a hlavně proto, že bytové domy byly stavěny v šedesátých letech velice narychlo a s maximálními úsporami nákladů, dochází v nich čas od času k výpadkům dodávky el. energie. Avšak nejen k těm klasickým, které občas nastanou všude. Zde totiž elektřina někdy vypadne na velice krátkou dobu (v řádu maximálně desítek milisekund). Celý problém spočívá paradoxně v krátké době trvání tohoto výpadku. Když totiž dojde k odpojení elektřiny na dlouhou dobu, je omluvitelné, že připojení k internetu nebude většině klientů během něho dostupné – stejně jim nepoběží jejich počítače (samozřejmě s výjimkou majitelů notebooků, ale těch není v obci ani deset). Při onom „minivýpadku“ se však počítače sice prakticky ihned opět rozběhnou, ale internet přesto dostupný nebude. Ta krátká doba totiž způsobí zamrznutí switchů v jednotlivých vchodech, což vyžaduje jejich manuální restartování. To vzhledem k jejich počtu znamená již nepřijatelnou délku trvání výpadku.

Řešením by byly záložní zdroje, ale celá instalace by se tak nesmírně prodražila. Jednak samotné zdroje něco stojí (a nelze použít levné modely; ty totiž výpadky kratší než 100ms ani nezaregistrují a díky tomu se nepřepnou do režimu napájení z bateriových článků) a jednak by samozřejmě byly zapotřebí rozměrnější boxy s daleko vyšší nosností.

Situaci zachránil elektrotechnik, s nímž firma již v minulosti spolupracovala. Dokázal totiž jednoduchou modifikací počítačových zdrojů formátu ATX sestavit velice slabý záložní zdroj, který má díky odlišnému principu fungování nulovou spínací prodlevu a dokáže switch napájet „až“ 1500 milisekund. Řešení primitivní, postavené „na koleně“ a navíc silně jednoúčelové, avšak levné a hlavně spolehlivě fungující.

U rodinných domků nebylo potřeba vymýšlet řešení; stačilo použít to, které již dlouhou dobu bezproblémově běží u klientů tohoto typu v Bruntále – Compex WP54g na 2,4GHz (eventuelně ve vodotěsném plastovém boxu), konzola a anténa dle potřeby.

5.5 Shrnutí

5.5.1 Rekapitulace a vyčíslení nákladů

Bruntál

Na úpravu hlavního uzlu v Bruntále tak, aby byl schopen vysílat směrem na Anenský vrch bude zapotřebí „čtyřredukce“, miniPCI karta Atheros, miniPCI pigtail, 7m pigtail a anténa WaveAnt 27dBi. Celkové náklady činí cca **5.500Kč**.

Anenský vrch

Na konstrukci lyžařského vleku je zapotřebí umístit nosnou bázi pro box a stožár. V boxu bude umístěn RB532 s krytem a dvěma kartami Atheros, dvěma miniPCI pigtaily, dvěma 5m pigtaily a záložní zdroj. Na stožáru bude WaveAnt 27dBi, PAR24-PRO a LAN kamera chráněná outdoorovým vyhřívaným krytem. S kabeláží a elektroinstalačním materiálem je celková cena **29.000Kč**.

SH378

Zde umístíme Indoorový box, ve kterém bude IBM PC 2GHz se dvěma PCI ethernetovými kartami, záložní zdroj a RB112 s krytem a dvěma miniPCI kartami. Tři 7m pigtaily spojí zařízení se dvěma PAR24-PRO jednou 90° sektorovou anténou. Po připočtení kabeláže, elektroinstalačního materiálu a konzol pro uchycení antén na zeď dostáváme částku cca **23.000Kč**.

SH347

Jednoduchý bod obsahující pouze RB112 s jednou kartou Atheros, anténu PAR24-PRO, 7m pigtail a switch. To vše v indoorovém boxu. Včetně elektroinstalace vyjde celková cena asi na **9.000Kč**.

SH365

Podobný případ jako SH347. V boxu bude ukryt switch, RB112 se dvěma miniPCI kartami, z nich povedou 5m pigtaily k anténnímu stožáru, na který bude připevněn PAR24-PRO pro přívod konektivity a 180° sektorová anténa na 2,4GHz pro připojení koncových klientů v rodinných domcích. Cena **11.500Kč**.

SH307

Poslední z Access pointů. Signál je přiveden pomocí antény PW19 po 5m dlouhém pigtailu do RB112 s kartou Atheros ukryté v indoorovém boxu. Druhá karta se pak postará o Access point pomocí druhého 5m pigtailu a všesměrové antény. Celý tento bod přijde na **9.400**.

Panelové domy

Každý pokrytý vchod (celkem 19) musí obsahovat switch se záložním zdrojem vyrobeným z ATX zdroje pro PC. Obojí bude ukryto v indoorovém ocelovém boxu. V panelových domech je 78 zájemců o připojení; na každého z nich použijeme průměrně 30m UTP kabelu. Detaily samotného připojení (vedení kabelu v bytě, instalace zásuvek či vlastních routerů...) zde rozebírat nebudu; bude řešeno individuálně. Signál budovami bude přenášen optickým kabelem v chráničce. Na pět těchto spojů bude potřeba celkem cca 250m kabelu a 200m chráničky. Spojení optických a metalických kabelů pak zajistí 10 převodníků TR-532D. Propojení jednotlivých vchodů v rámci jedné budovy bude zajišťovat metalický TP kabel vedený přes sklepní prostory. Celkové náklady dosáhnou zhruba **138.000Kč**.

Bezdrátoví klienti

V zájmu vytvoření unifikované sítě navrhují jednotný balíček pro připojení (anténa PW19, konzola, 7m pigtail, Compex WP54g, plastový outdoorový box Gewis, 15m UTP kabelu) v ceně 4.500Kč. Sady se mohou drobně lišit hlavně co se týče antény a pigtailu. Zvolená cena odpovídá zhruba průměru. Po vynásobení 28 klienty dostáváme částku ve výši **126.000 Kč**.

Na všechna zařízení řady RouterBoard a na PC na SH378 je potřeba zakoupit RouterOS level 4. Tento náklad byl již započítán.

Práci nezbytnou k připojení všech klientů odhaduji na 250 hodin.

Tabulka předpokládaných nákladů

Vybudování důležitých bodů	87.400Kč
Kabelové rozvody v obci	138.000Kč
Bezdrátové klientské sady	126.000Kč
Práce 250 hodin	24.000Kč
Rezerva 15%	50.000Kč
Zálohy 106 klientů	-121.900Kč
Náklady celkem	303.500Kč

I přes fakt, že částka lehce přesahuje horní hranici zamýšlené investice, silně doporučuji záměr uskutečnit. Lze totiž počítat s tím, že hardware určený pro klienty připojené ke konci celé akce bude již placen z části prostředků získaných od klientů připojených zpočátku.

5.5.2 Návratnost investice

V době dokončení zakázky (tedy na konci prvního měsíce po zahájení výstavby) je možno počítat s těmito prostředky:

Doplatky u klientů na sídlištích (po 450Kč)	35.100Kč
Doplatky u klientů s bezdrátovým připojením (průměrně 3.350Kč)	93.800Kč
Kauce všech klientů (po 400Kč)	42.400Kč
Poloviční měsíční příjem za první měsíc	21.200Kč
Celkem	192.500Kč

Celkové náklady určené k dlouhodobějšímu uhrazení (plánovaných šest měsíců) tak odhaduji na **111.000Kč**.

V dalších měsících bude příjem z obce za těchto podmínek činit minimálně 42.400Kč měsíčně. Náklady spojené s pronájmem SH378 a odběrem elektrické energie pro napájení switchů a bezdrátových zařízení v ostatních domech činí 6.400Kč měsíčně. Konektivita určená pro Světlou Horu bude při současném odběru a ceně od dodavatele firmu stát asi 7.000Kč měsíčně. Celkový měsíční výnos této investice tak odhaduji na částku **29.000Kč**. Má však předpoklady růst poté, co si firma v obci získá důvěru a u některých klientů dojde k navýšení tarifu, přibudou další domácí klienti a je šance i na prodej vyhrazené konektivity firmám a např. obecnímu úřadu. Ti zatím využívají drahých služeb ADSL.

Po vydělení těchto dvou posledních částek tak dostáváme výsledek, že investice se zcela vrátí již během čtvrtého měsíce po dokončení zakázky, což bez problémů požadavky firmy splňuje.

5.5.3 Možné komplikace

Jako největší riziko vidím jednoznačně finanční stránku. Díky napjatému rozpočtu bude určitě zapotřebí pečlivě plánovat každý další nákup a promyslet, jestli by bylo vhodnější připojit v danou chvíli spíše bezdrátového klienta nebo nový panelový dům. Jinak by mohlo poměrně snadno dojít k situaci, že se celý postup zdrží. V počátečních fázích by to mohlo mít závažné dopady, neboť velké množství pozdržených přípojek a s ním spojené nutné vracení části složených záloh by mohlo výrazně přitížit rozpočtu. Je třeba tedy přizpůsobovat krátkodobé plánování (v rámci dnů) aktuální situaci a stavu dostupných financí.

Dalším rizikem je odřeknutí poptávky, což navrhuji pojistit v maximální možné míře zálohou, bez jejíhož zaplacení vůbec nedojde k připojení klienta.

Bude také zapotřebí hlídat datum splatnosti vystavených faktur a jejich řádné uhrazení. V této situaci totiž není důležité jen to, jestli bude faktura zaplacená, ale také kdy přesně k platbě dojde.

Z technického hlediska se mi nepodařilo najít žádné nadstandardní požadavky nebo rizika, se kterými by již firma neměla zkušenosti. Jedinou novinkou tak zůstává potřeba precizního nasměrování antén na spoji Bruntál – Anenský vrch. Spoj na takřka 12km firma ještě ve své historii nebudovala.

6 Závěr

Toto je tedy komplexní plán pro rozšíření působnosti bruntálské firmy MX-NET. Lokalita Světlá Hora nakonec ze všech možných klientů vyšla i přes relativně nízký počet obyvatel jako nejvhodnější zejména díky neexistenci konkurence a tím i možnosti volnějšího stanovování cen a podmínek ze strany firmy. Investice lehce přesahující plánovaných 300.000Kč se nakonec ukázala být výhodnou, neboť zajistí nárůst zisku firmy minimálně o 29.000Kč měsíčně během necelých čtyř měsíců. Podařilo se tak úspěšně eliminovat problém více než stoprocentního rozdílu mezi náklady odhadovanými bez znalosti rozložení poptávky a náklady vypočtenými až po naplánování rozvodů signálu v obci.

Pro příští expanzi do nové obce bude ale potřeba počítat s vyššími náklady; tato varianta byla jednoznačně jedna z nejlevnějších.

Firma nemusí investovat do nového know-how ani najímat specializované externisty pro budování spojů; vše zvládne svépomocí. To ušetří ve velké míře čas i finance. S použitím mého plánu tak může bez větších komplikací začít s realizací.

7 Použité zdroje

- [1] VEŘEJNÁ SPRÁVA ONLINE. *Města a obce online : portál územní samosprávy* [online]. [2007] , 2007 [cit. 2007-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.mesta.obce.cz>>.
- [2] I4wifi a.s.. *I4wifi a.s. : vidíme svět bez drátů* [online]. c2007 , 2007 [cit. 2007-05-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.i4wifi.cz>>.
- [3] 100MEGA Distribution s.r.o.. *100 Mega Distribution* [online]. [2007] [cit. 2007-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.100mega.cz/>>.
- [4] HW server s.r.o. . *HW.cz : Vše o elektronice a programování* [online]. c1997-2005 , 2007 [cit. 2007-05-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.hw.cz>>.
- [5] Seznam.cz, a.s.. *Mapy.cz : mapa Evropy, České republiky, plány měst a obcí v ČR* [online]. c1996-2007 , 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.mapy.cz>>.
- [6] BIGELOW, S. J. *Mistrovství v počítačových sítích*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2004. 992 s. ISBN 80-251-0178-9.
- [7] PAYNE, A. *Marketing služeb*. 1. vyd. Praha: Grada, 1996. 247s. ISBN 80-7169-276-X.
- [8] SPÁČIL, A. *Péče o zákazníky. Co od nás zákazník očekává a jak dosáhnout jeho spokojenosti*. Praha: Grada Publishing, 2002. 116 s. ISBN 80-247-0514-1.
- [9] DOSEDĚL, T. *Počítačová bezpečnost a ochrana dat*. Praha: Computer Press, 2004. 182s. ISBN 80-251-0106-1.
- [10] ZANDL, P. *Bezdrátové sítě WiFi: praktický průvodce*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003. 204 s. ISBN 80-7226-632-2.